

Publication number : 2002-049045

Date of publication of application : 15.02.2002

-----  
Int.Cl. G02F 1/1339 G02F 1/13

5

-----  
Application number : 2000-236212

Applicant : NEC CORP

Date of filing : 03.08.2000 (72) Inventor : SASAKI TAKESHI

10 METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

[Abstract]

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent production of air bubbles as defects.

SOLUTION: After a TFT substrate 1 and a CF substrate 2 are disposed in a  
15 vacuum decompression chamber 5 with the electrode forming surfaces of the  
substrates facing each other, water vapor is introduced into the vacuum  
decompression chamber 5 to replace the whole air with water vapor and to  
evacuate, for example, to 100 [Pa]. Then an upper stage 7 is lowered to overlap the  
CF substrate 2 with the TFT substrate 1 and to lightly press them. Then the  
20 external air is introduced to return the pressure in the vacuum decompression  
chamber 5 to the atmospheric pressure. Thus, the CF substrate 2 and the TFT  
substrate 1 are pressed to each other by the atmospheric pressure to form a  
regulated gap t between the TFT substrate 1 and the CF substrate 2. The liquid  
crystal 3 fills the layer region 23 while the sealing material 22 is crushed to adhere  
25 the TFT substrate 1 to the CF substrate 2. The water vapor in the layer region 23  
reduces its volume with increase in the pressure and further transits to water as



liquid and air bubbles disappear.



**[Claim(s)]**

[Claim 1] A manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of corresponding panel substrates on which electrodes are formed, comprising at least:

5 a seal member coating process for coating a seal member on the displaying region of the surface of one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed;

a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal onto the displaying region of the surface of one of panel substrates on which at least an electrode of  
10 said one panel substrate is formed;

a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under an atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena and the first condition that at least one of  
15 pressure or temperature is set to a value within a predetermined range; and

a substrate pressing process for pressing said both panel substrates, wherein in the substrate pressing process, at least one of pressure or temperature is changed from the value of said first condition to a value of a second condition, and in the first condition, an atmosphere is represented, and in said second condition of the



substrate pressing process, a material, which is changed into a liquid state, is used.

[Claim 2] A manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of corresponding panel substrates on which electrodes are formed, is characterized in that

5 a seal member coating process for coating a seal member on the displaying region of the surface of the one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed,

a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal into the displaying region of the surface of one of the panel substrates on which at least an electrode  
10 of said one panel substrate is formed,

a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena and the first condition that  
15 pressure is reduced to a value within a predetermined range, and

a substrate pressing process for pressing said both panel substrates, wherein the substrate pressing process, pressure is set as a value of a second condition increased from the value of said first condition, and as for said predetermined material, in the first condition of the substrate bonding process, an atmosphere is



represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material, which is changed into a liquid state, is used.

[Claim 3] A manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of corresponding panel substrates on which

5 electrodes are formed, is characterized in that

a seal member coating process for coating a seal member on the displaying region of the surface of one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed,

a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal onto the surface of  
10 one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed,

a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined  
15 materials representing atmospheric phenomena and the first condition that temperature is increased to a value within a predetermined range, and a substrate pressing process for pressing said both panel substrates,

wherein the substrate pressing process, temperature is set as a value of a second condition reduced from the value of said first condition, and as for said



predetermined material, in the first condition of the substrate bonding process, an atmospheric phenomenon is represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material, which is changed into a liquid state, is used.

- [Claim 4] A manufacturing method of a liquid crystal panel, wherein liquid
- 5 crystal is injected between a pair of corresponding panel substrates on which electrodes are formed, is characterized in that
- a seal member coating process for coating a seal member on the displaying region of the surface of one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed,
- 10 a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal onto the displaying region of the surface of one of the panel substrates on which at least an electrode of said one panel substrate is formed,
- a substrate superimposing process for maintaining said first condition and for superimposing said both panel substrates with said seal member and said liquid
- 15 crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena with the first condition that pressure is reduced to a value within a predetermined range and temperature is increased to a value within a predetermined range, and
- a substrate pressing process for pressing said both panel substrates,



wherein in the substrate pressing process, a value of a second condition which returns pressure and temperature nearly to normal temperature and a normal pressure is set, and as for said predetermined material, in the first condition of the substrate superimposing process, an atmospheric phenomenon is represented,  
5 and in said second condition of the substrate pressing process, a material, which is changed into a liquid state, is used.

[Claim 5] The method according to claim 1, wherein, in a substrate bonding process, said atmosphere is consisted mainly of predetermined material.

[Claim 6] The method according to claim 1, wherein said atmosphere is  
10 consisted mainly of various kinds of the predetermined material.

[Claim 7] The method according to claim 1, wherein a boiling point of said predetermined material is above approximately 40°C.

[Claim 8] The method according to claim 5, wherein said predetermined material is water.

15 [Claim 9] The method according to claim 5, wherein said predetermined material is ethyl alcohol.

[Claim 10] The method according to claim 1, wherein said atmosphere includes a compound comprising said predetermined material, and a material which has



relatively higher solubility than that of said predetermined material of a liquid state.

[Claim 11] The method according to claim 10, wherein said atmosphere includes water and ammonia.



**[Title of the Invention]**

A MANUFACTURING METHOD OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

**[Detailed Description of the Invention]**

**[Field of the Invention]**

5           The present invention is related to A manufacturing method of a liquid crystal display panel used for a display apparatus.

**[Description of the Prior Art]**

Up to now, a LCD(liquid crystal display) panel has been used widely as a display means in TV monitor, or display devices for OA equipments. This LCD  
10 panel is manufactured as follows. For example, after a seal member is coated on one peripheral side of a pair of transparent glass substrates, liquid crystal is dropped into a pair of transparent glass substrates, two transparent glass substrates are superimposed and pressed, and liquid crystal is sealed (hereinafter, refer to as "an one-drop fill injection method"). As is described in Japanese laid-  
15 Open patent Publication NO. 8-190099, for example, in such one-drop fill injection method, a TFT substrate 101 to which a TFT(Thin Film Transistor) and a pixel electrode are connected, and a color filter substrate(below, CF substrate is called) 102 on which a color filter and a common electrode are formed are prepared at the



intersection point where a signal line and a scan line are intersected in a matrix type. Next, as shown in FIG. 10(a), a ball-shaped spacer 103 having a same diameter and a designated substrate  $t$  (for example,  $5\mu\text{m}$ ) are distributed (scattered) on CF substrate 2. Then, a seal member 104 is coated on a circular shape of a corner surrounding a display region on TFT substrate 101, a predetermined amount of liquid crystal 105 is dropped to the center of said display region, and accommodated into a vacuum container. Then, for example, under the reduced pressure such as  $100[\text{Pa}]$ , both substrates 101, 102 are faced each other, and superimposed. CF substrate 102 are pressed against a TFT substrate 101 lightly, and as shown in FIG. 10(b), the superimposed both substrates 101, 102 are pulled out to the atmosphere. Therefore, as shown in FIG. 11, a LCD panel having a sealed liquid crystal 105, and a designated substrate gap which is same to a diameter of a spacer 103 are obtained.

#### [Problems to be Solved by the Invention]

But, in the conventional art, when both substrates 101, 102 are superimposed, an air having  $100[\text{Pa}]$  are introduced between both substrates 101, 102. When the atmospheric pressure is set, as shown in FIG. 11, an air is compressed and is sealed as foam 106 into a LCD panel. This bubble 106 is found in the display region. Therefore, there is a problem that quality of a display panel is deteriorated. In addition, when reducing the gas amount(weight or



material weight) received into the gap of both substrates 101, 102 by lowering the pressure of an atmosphere in a vacuum container when bonding both substrates 101, 102, there was a problem that the pressure in the vacuum container have the difficulty in suction-adhering and supporting, for example, at the level lower than 5 100[Pa] in case of adhering and supporting a CF substrate 102 by giving a CF substrate 102 arranged on the upper side a floating pressure with introduced air. Further, even if an upper CF substrate 102 is supported by using other methods except said suction-adhering and supporting method, since it takes a long time to achieve a desired vacuum level, and a large and expensive vacuum device is 10 required, there is a problem that it takes a long time and much costs to produce a LCD panel.

The present invention is proposed by taking these problems into consideration, and the object of the present invention is to provide a manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal in which prevents 15 generation of foams as a defect, and can produces a high-quality LCD panel with a low cost without requiring a large vacuum device and a long time, and without selecting a method for supporting a substrate arranged on the upper side when superimposing both substrates.

#### [Means for Solving the Problem]

20 In order to solve above-mentioned problems, the invention described in the



claim 1 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of opposing panel substrates on which electrodes are formed, and is characterized in that it comprises a seal member coating process for coating a seal member on outside region of a display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal into the display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under an atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena and the first condition that at least one of pressure or temperature is set to a value within a predetermined range, and a substrate pressing process for pressing said both panel substrates, wherein in the substrate pressing process, at least one of pressure or temperature is changed from the value of said first condition to a value of a second condition, and in the first condition, an atmosphere is represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material which is changed into a liquid state is used.

Further, the invention described in the claim 2 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of



opposing panel substrates on which electrodes are formed, and is characterized in that it comprises a seal member coating process for coating a seal member on outside region of a display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a liquid crystal dropping process  
5 for dropping said liquid crystal into the display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined materials  
10 representing atmospheric phenomena and the first condition that pressure is reduced to a value within a predetermined range, and a substrate pressing process for pressing said both panel substrates,

wherein in the substrate pressing process, pressure is set as a value of a second condition increased from the value of said first condition, and as for said  
15 predetermined material, in the first condition of the substrate bonding process, an atmosphere is represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material which is changed into a liquid state is used.

Further, the invention described in the claim 3 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of  
20 opposing panel substrates on which electrodes are formed, and is characterized in



that it comprises a seal member coating process for coating a seal member on outside region of a display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal into the display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a substrate bonding process for maintaining said first condition and for bonding said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena and the first condition that temperature is increased to a value within a predetermined range, and a substrate pressing process for pressing said both panel substrates,

wherein in the substrate pressing process, temperature is set as a value of a second condition reduced from the value of said first condition, and as for said predetermined material, in the first condition of the substrate bonding process, an atmospheric phenomenon is represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material which is changed into a liquid state is used.

Further, the invention described in the claim 4 is a manufacturing method of a liquid crystal panel, wherein liquid crystal is injected between a pair of opposing panel substrates on which electrodes are formed, and is characterized in that it comprises a seal member coating process for coating a seal member on outside



region of a display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a liquid crystal dropping process for dropping said liquid crystal into the display region of a surface of a side on which at least an electrode of said one panel substrate is formed, a substrate superimposing process  
5 for maintaining said first condition and for superimposing said both panel substrates with said seal member and said liquid crystal being sandwiched therebetween, under the atmosphere including predetermined materials representing atmospheric phenomena and the first condition that pressure is reduced to a value within a predetermined range and temperature is increased to a  
10 value within a predetermined range, and a substrate pressing process for pressing said both panel substrates,

wherein in the substrate pressing process, a value of a second condition which returns pressure and temperature nearly to normal temperature and a normal pressure is set, and as for said predetermined material, in the first condition of the  
15 substrate superimposing process, an atmospheric phenomenon is represented, and in said second condition of the substrate pressing process, a material which is changed into a liquid state is used.

Further, the invention described in the claim 5 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel set forth in the claim 1 and is characterized in that in a  
20 substrate bonding process, said atmosphere is consisted mainly of predetermined



material.

Further, the invention described in the claim 6 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel set forth in the claim 1 and is characterized in that said atmosphere is consisted mainly of various kinds of the predetermined material.

5 Further, the invention described in the claim 7 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel set forth in the claim 1 and is characterized in that a boiling point of said predetermined material is above approximately 40°C.

Further, the invention described in the claim 8 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel set forth in the claim 5 and is characterized in that said  
10 predetermined material is water.

Further, the invention described in the claim 9 is a manufacturing method of a liquid crystal display panel set forth in the claim 5 and is characterized in that said predetermined material is ethyl alcohol.

Further, the invention described in the claim 10 is a manufacturing method  
15 of a liquid crystal display panel set forth in the claim 1 and is characterized in that said atmosphere includes a compound comprising said predetermined material, and a material which has relatively higher solubility than that of said predetermined material of a liquid state.

Further, the invention described in the claim 10 is a manufacturing method



of a liquid crystal display panel set forth in the claim 10 is characterized in that said atmosphere includes water and ammonia.

[Embodiment of the Invention]

Below, the embodiment of the present invention will be explained with  
5 referring to the drawings. Explanation will be made by using the embodiments in detail.

FIG. 1 - FIG. 8 are the drawings for explaining a manufacturing method of a liquid crystal display panel, which is one embodiment of the present invention.

Further, FIG. 9 shows a structure of the same liquid crystal display panel  
10 schematically. By referring to FIG. 1 - FIG. 8, a manufacturing method of a liquid crystal display panel according to this embodiment will be explained.

First of all, summary of this embodiment will be explained. In this method, a signal line and a scan line are arranged in a matrix type on a transparent glass substrate. CF substrate(a panel substrate) 2 on which a color filter 2a and a  
15 common electrode are formed on the transparent glass substrate, and TFT substrate panel(a panel substrate) 1 for connecting TFT and a pixel electrode at this intersection are prepared. As shown in FIG. 1 - FIG. 4, after dropping liquid crystal 3 on TFT substrate 1, TFT substrate 1 and CF substrate 2 are accommodated into a vacuum pressure reduction container 5 of a manufacturing



device 4 of a liquid crystal display panel for bonding, and then liquid crystal 3 is sealed. Next, a manufacturing device 4 of a liquid crystal display panel will be explained. As shown in FIG. 1 - FIG. 4, a manufacturing device 4 of a liquid crystal display panel is composed of a vacuum pressure reduction container 5, a lower stage 6 for mounting a TFT substrate 1 arranged facing with each other in the vacuum pressure reduction container 5, an upper stage 7 for absorbing and maintaining a CF substrate 2, a press device 8 using a cylinder for moving the upper stage 7 along the perpendicular direction, a position adjustment device 9 for moving the lower stage 6 in the horizontal plane or rotating it around rotation axis, an exhaust pipe 12 connected to a vacuum pump 11 for discharging a gas of the vacuum pressure reduction container 5, a leak pipe 13 for absorbing an air except the vacuum pressure reduction container 5, a steam suction pipe 15 for guiding steam into the vacuum pressure reduction container 5 from a receiving container 14, an exhaust valve 16 for adjusting amount of a gas discharged toward the vacuum pump 11 from the exhaust pipe 12, a leak valve 17 for adjusting a flow amount of an air introduced into the vacuum pressure reduction container 5 from the other portions except the vacuum pressure reduction container 5, and a suction valve 18 for adjusting a flow amount of steam introduced into the vacuum pressure reduction container 5 from the steam suction pipe 15.

Next, a manufacturing method of this embodiment will be explained in detail.



As shown in FIG. 5, a ball-shaped spacer 18a and a cylinder-shaped spacer 19b for regulating the distance between TFT substrate 1 and CF substrate 2 are distributed, and adhered by a heating process. At this time, a diameter of the spacer 19a is for example  $5\mu\text{m}$ , which is same to  $t$  space that is a designated distance between the substrates. The spacer 19a is distributed within a display region 20 on which a color filter 2a of CF substrate 2 is formed while liquid crystal being inserted between a display region of TFT substrate 1, and CF substrate 2. A diameter of the spacer 19b is for example  $6\mu\text{m}$ , and is distributed within a nearly circular-shaped region surrounding the display region of CF substrate 2. Next, as shown in FIG. 6, a seal member 22 made of an ultraviolet ray hardening resin is dropped in a circular shaped region for surrounding a display region having width size  $a$ , and length size  $b$  of an electrode forming side of TFT substrate 1. A liquid crystal 3 of a predetermined amount of VL is dropped into the center portion of the display region 21. At this time, it is preferable that a dropping amount VL of liquid crystal 3 is same to the volume of a space  $V_0(V_0=abt)$  formed between the TFT substrate 1 and CF substrate 2, until the gap between the TFT substrate 1 and CF substrate 2 reaches to a designated substrate distance  $t$  when the TFT substrate 1 and CF substrate 2 are pressed. But it is preferable that actual a dropping amount VL of liquid crystal 3 ranges from 100% to 110% of  $V_0$  in light of the volume of a space or non-uniformity of production. It is more preferable that actual a dropping amount VL of liquid crystal 3 ranges from 100% to 130% of  $V_0$ .



Next, as shown in FIG. 1, the TFT substrate 1 and CF substrate 2 are arranged in the vacuum pressure reduction container 5 so that the electrode forming side of the TFT substrate 1 faces the electrode forming side of CF substrate 2. More particularly, specific, a TFT substrate 1 is arranged on the lower stage 6, and a CF substrate 2 is supported by adsorption of the CF substrate on the lower side of the upper stage 7.

Next, after the position alignment between the TFT substrate 1 and CF substrate 2 is performed by using the position adjustment device 9, the vacuum pump 11 is operated by opening the exhaust valve 16, a gas is discharged from the exhaust valve 12, the pressure of the vacuum pressure reduction container 5 is reduced to the predetermined pressure  $p_1$  (for example,  $p_1 = 100[\text{Pa}]$ ). Next, once the vacuum pump 12 is stopped, the exhaust valve 16 is closed, the suction valve 18 is opened, steam is introduced into the vacuum pressure reduction container 5 from the steam suction valve 15, and all airs in the vacuum pressure reduction container 5 are changed into steam.

Next, the suction valve 18 is closed, the exhaust valve 16 is opened, the vacuum pump is operated once again, the air in the vacuum pressure reduction container 5 is reduced to the pressure  $p_1$ . Next, as shown in FIG. 2, the upper stage 7 is lowered by the press device 8, and as shown in FIG. 7, CF substrate 2 is adhered on the TFT substrate 1. When CF substrate 2 is adhered on the TFT



substrate 1, the volume  $V_1$  of steam collected into layer-shaped region 23 formed between CF substrate 2 and the TFT substrate 1 is obtained as follows. For example, in case of corresponding liquid crystal display panel of 14 type, if length size  $a$  and width size  $b$  are set to ( $a=216.1\text{mm}$ ,  $b=287.5\text{mm}$ ), respectively, at this  
5 time, the height  $h$  of the layer-shaped region 23 is set to  $30\mu\text{m}$ , and the dropping amount  $V_L(=V_0)$  of liquid crystal 3 is set to  $m_3$ ,  $V_L=ab(h-t)=1.5 \times 10^{-6}[\text{m}^3]$

Next, as shown in FIG. 3, the upper stage 7 is lowered by the press device 8, and CF substrate 2 is pressed against the TFT substrate 1 lightly. Corresponding to the pressure, the layer-shaped region 12 between CF substrate 2  
10 and the TFT substrate 1 is filled with liquid crystal 3, and at the same time, the steam collected in the layer-shaped region 23 is being compressed. Further, the seal member is pressed step by step.

Next, as shown in FIG. 4, the vacuum pump 11 is stopped, an exhaust valve 16 is closed, a leak valve 17 is opened, an outside air is introduced from the leak  
15 pipe 13, inside of the vacuum pressure reduction container 5 is returned to an atmospheric pressure  $p_0$ . Therefore, as shown in FIG. 8, CF substrate 2 and the TFT substrate 1 are pressed more by the atmospheric pressure  $p_0$ , and thereby the gap between CF substrate 2 and the TFT substrate 1 becomes the designated distance  $t$  which is same to the diameter of the spacer 19a. At this time, the layer-  
20 shaped region 23 is filled with liquid crystal 3, and the seal member 22 is pressed.



Therefore, CF substrate 2 and the TFT substrate 1 are adhered. In addition, as the steam pressure in the layer-shaped region 23 increases from  $p_1$  to  $p_0$ , the volume is reduced and is changed into water as a liquid. If the atmospheric pressure  $p_0$  is set to an ambient pressure ( $=101325[\text{Pa}]$  : standard atmospheric pressure), and the volume of water becomes  $1/2000$ , the volume  $V_2$  of the remaining water in the layer-shaped region 23 becomes  $V_1 p_1 / 2000 p_0 = 7.65 \times 10^{-13} [\text{m}^3]$ . If the water is ball-shaped, the radius  $r_1$  is  $56.8 [\mu\text{m}]$ . Thus, it can be neglected.

Further, a process for bonding CF substrate 2 and the TFT substrate 1, and a pressing process are performed under the normal temperature ( $15^\circ\text{C}$  to  $20^\circ\text{C}$ ). Then, CF substrate 2 and the TFT substrate 1 are pulled from the vacuum pressure reduction container 5, an ultraviolet rays are illuminated on the seal member 22 by an ultraviolet lamp, the seal member 22 is hardened and sealing is completed. Therefore, under the state that bubbles are lost, liquid crystal 3 is not leaked, and is sealed between CF substrate 2 and the TFT substrate 1 with the seal member 22 being sandwiched therebetween. Then, cutting, inspection, and adding of a polarized plate are performed. Accordingly, a liquid crystal display panel can be obtained as shown in FIG. 9.

In this way, the liquid crystal display panel 23 produced as above, for example, is a panel of transmission type, and as shown in FIG. 9, includes the fixed



CF substrate 2 and the TFT substrate 1 which face each other with a gap of about 5 $\mu$ m therebetween, liquid crystal layer 24 which is sealed into the gap, and a pair of polarized plate 25, 26 arranged on exterior side of CF substrate 2 and the TFT substrate 1. At this time, TFT substrate 1 is formed by arranging a signal line 1a and a scan line 1b in a matrix type on a transparent glass substrate, and by connecting TFT1c and a pixel electrode 1d at this intersection. On CF substrate 2, a color filter 2a and a common electrode 2b are formed on the transparent glass substrate. The liquid crystal display panel 23 is introduced into a module process including a terminal connecting process and a print mounting process, and thus LCD apparatus is produced. Since the boiling point of water is 100°C and bubbles are not generated in the liquid crystal layer 24 of the liquid crystal display panel 23 until an usage environment temperature of a LCD apparatus reaches to 100,

In this way, according to the structure of this embodiment, the volume of steam received when bonding CF substrate 2 and the TFT substrate 1 is reduced according to the applied pressure, and if the atmospheric pressure is returned, since the steam becomes water as a liquid, foams are lost, and the volume of remaining water is negligible, foams and liquid crystal are sealed between CF substrate 2 and the TFT substrate 1. Therefore, it is possible to prevent defects of display from being generated. Further, when bonding CF substrate 2 and the TFT substrate 1, since liquefied water(steam) is used as an atmosphere at a normal



temperature and a normal pressure, it is possible to acquire above-mentioned effects without lowering the pressure of this atmosphere below a required level. Therefore, a method for suction-adhering and supporting CF substrate 2 arranged on the upper side by attachment is used. It is possible to bond CF substrate 2 and the TFT substrate 1, and to produce high-quality LCD panel at low cost without requiring a long time.

Until now, the embodiment of the present invention was explained with referring to the drawings, but specific structure is not limited to this embodiment. The design changes can be included into the present invention as far as they do not depart from the scope of the present invention. For example, in the embodiment, a case that both substrates are bonded under the state that a temperature is set to a normal temperature is described, but is not limited to this. A case that the temperature of bonding is set to, for example, about 90°C, the temperature is lowered to a normal temperature, and the atmospheric (steam) pressure of bonding is increased by the lowered amount can be applied.

Therefore, it is achieved a necessary vacuum level within a short time. In addition, it is preferable that the atmosphere is not limited to water, and for example, organic solvents such as acetone, ether such as ethyl ether, and alcohol such as ethyl alcohol are used. In this way, it is possible to even at relatively low temperature by using a material having a boiling point lower than that of water.



Further, it is also preferable that while keeping a pressure as a normal pressure, for example, a steam exceeding 100 is introduced when bonding CF substrate 2 and the TFT substrate 1, both substrates are pressed until designated substrate gap is reached to  $t$  by a press device, and then the temperature is lowered a normal  
5 temperature. Therefore, it is not necessary to reduce the inside pressure of the vacuum pressure reduction container 5. At this time, a step for changing from 90 to a normal temperature may be performed without reducing the pressure by using a material having a boiling point lower than that of water such as methyl alcohol or ethyl alcohol.

10 Further, in connection with an atmosphere, for example, it is possible to use a compound comprising water(steam) and an alcohol, or use a mixed gas including three kinds of materials. Further, it is possible to introduce a mixed gas formed by adding for example, ammonia having relatively higher solubility than that of water to water(steam), into both substrates when bonding. Further, before returning the  
15 atmospheric pressure, it is preferable that both substrates are pressed such that a gap between them becomes a designated distance  $t$ , and a spacer is distributed on the TFT substrate.

#### [Effect of the Invention]

As is explained above, according to this invention, under the second  
20 condition, the predetermined material of a gas state accommodated into both



substrates by the substrate bonding process becomes liquid and then foams are lost. The volume of remaining liquid is very small so that it is negligible. Therefore, it is possible to prevent display defects from being created due to a phenomenon that foams are sealed between both panel substrates. Further, it is possible to

5 obtain the above-mentioned effects without lowering the atmospheric pressure below a necessary level in the substrate bonding process. Therefore, for example, a method for adhering and supporting a panel substrate arranged on the upper side by the substrate bonding process is used. Therefore, It is possible to bond both panel substrates, and to produce high-quality LCD panel at low cost without

10 requiring a long time. Further, it is possible to produce a high-quality LCD panel since expensive vacuum device for obtaining high vacuum level is not required.



**[Description of Drawings]**

FIG. 1 illustrates a manufacturing method of a liquid crystal display panel of the present invention.

FIG. 2 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal  
5 display panel.

FIG. 3 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

FIG. 4 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

10 FIG. 5 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

FIG. 6 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

15 FIG. 7 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

FIG. 8 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel.

FIG. 9 is a schematic perspective view illustrating a construction of the liquid crystal display panel.



FIG. 10 illustrates a manufacturing method of an liquid crystal display panel according to prior art.

FIG. 11 illustrates an alternative manufacturing method of the liquid crystal display panel according to prior art.

5 [Meaning of numerical symbols in the drawings]

1 : TFT substrate (panel substrate)                      2 : CF substrate (panel substrate)

3 : liquid crystal

4 : apparatus for manufacturing liquid crystal display panel

10                      19a, 19b : spacer

20, 21 : display region

22 : sealant

23 : liquid crystal display panel



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-49045

(P2002-49045A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G 0 2 F 1/1339  
1/13

識別記号

5 0 5  
1 0 1

F I

C 0 2 F 1/1339  
1/13

サーチワード(参考)

2 H 0 8 8  
2 H 0 8 9

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-236212(P2000-236212)

(22) 出願日

平成12年8月3日(2000.8.3)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐々木 健

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100099830

弁理士 西村 征生

Fターム(参考) 2H088 EA02 FA09 FA17 FA20 FA30

MA20

2H089 NA22 NA35 NA39 NA45 NA48

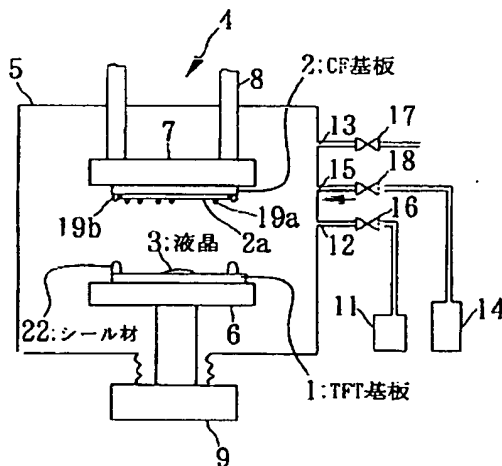
NA49 NA60 QA12 QA16

(54) 【発明の名称】 液晶表示パネルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 欠陥としての気泡の発生を防止する。

【解決手段】 TFT基板1とCF基板2とを、互いの電極形成面が対向するように真空減圧槽5内に配置した後、真空減圧槽5内に水蒸気を導入して、空気を全て水蒸気で置き換え、例えば100[Pa]まで減圧する。次に上部ステージ7を降下させて、CF基板2をTFT基板1に重ね合わせ、軽く押圧する。この後、外気を導入し真空減圧槽5内を大気圧に戻す。これにより、CF基板2とTFT基板1とは、大気圧により互いに押し付けられ、TFT基板1とCF基板2との間の間隔は規定された基板間隔となる。このとき、液晶3は層状領域23内に充填し、かつ、シール材22は押し潰され、TFT基板1とCF基板2との接着がなされる。また、層状領域23内の水蒸気は、圧力が上昇するのにもなってその体積は縮小し、さらに液体としての水に転移して気泡は消失する。





【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極が形成された一对の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、前記液晶を滴下する液晶滴下工程と、  
圧力又は温度のうち少なくとも一方が所定の範囲内の値とされる第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、前記第1の条件を保ち、前記両パネル基板を前記シール材及び前記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、  
前記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、  
前記基板押圧工程では、圧力又は温度のうち少なくとも一方を前記第1の条件の値から変更して第2の条件の値とし、  
前記所定の物質としては、前記基板重ね合わせ工程における前記第1の条件では気相を呈し、前記基板押圧工程における前記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項2】 電極が形成された一对の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、前記液晶を滴下する液晶滴下工程と、  
圧力が所定の範囲内の値まで降下された第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、前記第1の条件を保ち、前記両パネル基板を前記シール材及び前記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、  
前記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、  
前記基板押圧工程では、圧力を前記第1の条件の値から上昇させた第2の条件の値とし、  
前記所定の物質としては、前記基板重ね合わせ工程における前記第1の条件では気相を呈し、前記基板押圧工程における前記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項3】 電極が形成された一对の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側

の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、前記液晶を滴下する液晶滴下工程と、  
温度が所定の範囲内の値まで上昇された第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、前記第1の条件を保ち、前記両パネル基板を前記シール材及び前記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、  
前記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、  
前記基板押圧工程では、温度を前記第1の条件の値から降下させた第2の条件の値とし、  
前記所定の物質としては、前記基板重ね合わせ工程における前記第1の条件では気相を呈し、前記基板押圧工程における前記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項4】 電極が形成された一对の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、  
少なくとも一方の前記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、前記液晶を滴下する液晶滴下工程と、  
圧力が所定の範囲内の値まで降下され、かつ、温度が所定の範囲内の値まで上昇された第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、前記第1の条件を保ち、前記両パネル基板を前記シール材及び前記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、  
前記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、  
前記基板押圧工程では、圧力及び温度を略常圧常温に戻した第2の条件の値とし、  
前記所定の物質としては、前記基板重ね合わせ工程における前記第1の条件では気相を呈し、前記基板押圧工程における前記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴とする液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項5】 前記基板重ね合わせ工程における前記雰囲気は、略全て前記所定の物質からなることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項6】 前記雰囲気は、複数種類の前記所定の物質からなることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法。  
【請求項7】 前記所定の物質の沸点は、略摂氏40度以上であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法。



【請求項8】 前記所定の物質は、水であることを特徴とする請求項5記載の液晶表示パネルの製造方法。

【請求項9】 前記所定の物質は、エチルアルコールであることを特徴とする請求項5記載の液晶表示パネルの製造方法。

【請求項10】 前記雰囲気は、前記所定の物質と、液相を呈する前記所定の物質に対する溶解度が比較的高い物質との混合物を含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法。

【請求項11】 前記雰囲気は、水とアンモニアを含むことを特徴とする請求項10記載の液晶表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ディスプレイ装置に用いられる液晶表示パネルの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶表示パネルは、TVモニタやOA機器用ディスプレイ装置等、表示手段として広範囲に使用されている。この液晶表示パネルは、例えば、一対の透明ガラス基板の一方の周縁部にシール材を塗布した後、この透明ガラス基板に液晶を滴下し、さらに2枚の透明ガラス基板を重ね合わせて圧着し、液晶を封入する方法（以下、滴下注入法という）によって製造される。この滴下注入法では、例えば、特開平8-190099号公報に記載されているように、まず、マトリクス状に配置された信号線と走査線との交点にTFT (Thin Film Transistor) と画素電極とが接続されたTFT基板101と、カラーフィルタと共通電極とが形成されたカラーフィルタ基板（以下、CF基板という）102とを作成する。次に、図10(a)に示すように、CF基板102に規定の基板間隔 $\mu$ （例えば略5 $\mu\text{m}$ ）に等しい直径の球状のスペーサ103を散布（分散配置）し、TFT基板101上に表示領域を囲んで角環状にシール材104を塗布し上記表示領域内の中央部に所定量の液晶105を滴下した後、真空槽内に収容し、例えば100 [Pa]程度の減圧雰囲気中で両基板101、102を対向させ、重ね合わせる。この後、TFT基板101に対してCF基板102を軽く押圧し、図10(b)に示すように、重ね合わされた両基板101、102を大気圧中に取り出す。これにより、図11に示すように、スペーサ103の直径に等しい規定の基板間隔 $\mu$ の間隙に、液晶105が封入された液晶表示パネルが得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術では、両基板101、102を重ね合わせた際に、100 [Pa]の空気が両基板101、102間に取り込まれ、大気圧に戻されたときには、この空気は、図11に示すように、圧縮されて気泡106として液晶

表示パネル内に封入されて、この気泡106が表示領域内で視認され、液晶表示パネルの品質低下を招いてしまうという問題がある。また、両基板101、102を重ね合わせるときの真空槽内の雰囲気圧力を下げることによって、両基板101、102間の間隙に取り込まれる気体の量（質量又は物質質量）を減少させようとする。と、上側に配置するCF基板102を吸気によって負圧を生じさせて吸着保持する場合に、真空槽内の圧力が例えば100 [Pa]以下ではこの吸着保持が困難となるという問題がある。また、上記吸着保持の方法以外の方法で上側のCF基板102を保持するとしても、所望の真空度を達成するまでに長時間を要し、かつ大型で高価な真空装置が必要となるために、液晶表示パネルの製造に時間とコストがかかってしまうという問題がある。

【0004】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、欠陥としての気泡の発生を防止し、かつ、両基板を重ね合わせる際に上側に配置する基板の保持方法を選ばず、大型の真空装置が不要であり、長時間を要することなく低コストで高品質の液晶表示パネルを製造することができる液晶表示パネルの製造方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、電極が形成された一対の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、上記液晶を滴下する液晶滴下工程と、圧力又は温度のうち少なくとも一方が所定の範囲内の値とされる第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、上記第1の条件を保ち、上記両パネル基板を上記シール材及び上記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、上記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、上記基板押圧工程では、圧力又は温度のうち少なくとも一方を上記第1の条件の値から変更して第2の条件の値とし、上記所定の物質としては、上記基板重ね合わせ工程における上記第1の条件では気相を呈し、上記基板押圧工程における上記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴としている。

【0006】また、請求項2記載の発明は、電極が形成された一対の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、上記液晶を滴下する液晶滴下工程と、圧力が所定の範囲内の値まで降下された第1の



条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、上記第1の条件を保ち、上記両パネル基板を上記シール材及び上記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、上記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、上記基板押圧工程では、圧力を上記第1の条件の値から上昇させた第2の条件の値とし、上記所定の物質としては、上記基板重ね合わせ工程における上記第1の条件では気相を呈し、上記基板押圧工程における上記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴としている。

【0007】また、請求項3記載の発明は、電極が形成された一対の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、上記液晶を滴下する液晶滴下工程と、温度が所定の範囲内の値まで上昇させた第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、上記第1の条件を保ち、上記両パネル基板を上記シール材及び上記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、上記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、上記基板押圧工程では、温度を上記第1の条件の値から降下させた第2の条件の値とし、上記所定の物質としては、上記基板重ね合わせ工程における上記第1の条件では気相を呈し、上記基板押圧工程における上記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴としている。

【0008】また、請求項4記載の発明は、電極が形成された一対の対向するパネル基板の間に液晶が挟持された液晶表示パネルの製造方法であって、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域の外部の領域に、シール材を塗布するシール材塗布工程と、少なくとも一方の上記パネル基板の電極が形成された側の面の表示領域内に、上記液晶を滴下する液晶滴下工程と、圧力が所定の範囲内の値まで降下され、かつ、温度が所定の範囲内の値まで上昇させた第1の条件で気相を呈する所定の物質を含む雰囲気内で、上記第1の条件を保ち、上記両パネル基板を上記シール材及び上記液晶を挟んだ状態で互いに重ね合わせる基板重ね合わせ工程と、上記両パネル基板を互いに押し付ける基板押圧工程とを備え、上記基板押圧工程では、圧力及び温度を略常圧常温に戻した第2の条件の値とし、上記所定の物質としては、上記基板重ね合わせ工程における上記第1の条件では気相を呈し、上記基板押圧工程における上記第2の条件では液相に転移する物質を用いることを特徴としている。

【0009】また、請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記基板重ね合わせ工程における上記雰囲気

は、略全て上記所定の物質からなることを特徴としている。

【0010】また、請求項6記載の発明は、請求項1乃至5のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記雰囲気は、複数種類の上記所定の物質からなることを特徴としている。

【0011】また、請求項7記載の発明は、請求項1乃至6のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記所定の物質の沸点は、略摂氏40度以上であることを特徴としている。

【0012】また、請求項8記載の発明は、請求項5記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記所定の物質は、水であることを特徴としている。

【0013】また、請求項9記載の発明は、請求項5記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記所定の物質は、エチルアルコールであることを特徴としている。

【0014】また、請求項10記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1に記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記雰囲気は、上記所定の物質と、液相を呈する上記所定の物質に対する溶解度が比較的高い物質との混合物を含むことを特徴としている。

【0015】また、請求項11記載の発明は、請求項10記載の液晶表示パネルの製造方法であって、上記雰囲気は、水とアンモニアとを含むことを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的に行う。図1乃至図8は、この発明の一実施例である液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図、また、図9は、同液晶表示パネルの構成を模式的に示す斜視図である。図1乃至図8を参照して、この例の液晶表示パネルの製造方法について説明する。

【0017】まず、この例の製造方法の概要を説明する。この製造方法では、透明ガラス基板上に信号線と走査線をマトリックス状に配置し、これらの交点にTFTと画素電極とを接続したTFT基板（パネル基板）1と、透明ガラス基板上にカラーフィルタ2aと共通電極とを形成したCF基板（パネル基板）2とを作成し、図1乃至図4に示すように、TFT基板1上に液晶3を滴下した後、TFT基板1及びCF基板2を、貼り合わせを行うための液晶表示パネル製造装置4の真空減圧槽5内に収容して、液晶3の封入を行う。次に、液晶表示パネル製造装置4の構成について説明する。この液晶表示パネル製造装置4は、図1乃至図4に示すように、真空減圧槽5と、真空減圧槽5内に対向させて配置されたTFT基板1を載置する下部ステージ6及びCF基板2を吸着して保持する上部ステージ7と、上部ステージ7を鉛直方向に沿って移動させるシリンダを用いたプレス装置8と、下部ステージ6を水平面内で移動させたり回転軸の周りに回転させる位置調整装置9と、真空ポンプ1



1に接続され真空減圧槽5内の気体を排気するための排気口12と、真空減圧槽5外の空気を吸入するためのリーク口13と、収納容器14から真空減圧槽5内に水蒸気を吸入するための水蒸気吸入口15と、排気口12から真空ポンプ11へ向けて排出される気体の流量を調節するための排気弁16と、真空減圧槽5外から真空減圧槽5内に流入する空気の流量を調節するためのリーク弁17と、水蒸気吸入口15から真空減圧槽5内に流入する水蒸気の流量を調節するための吸入弁18とを有している。

【0018】次に、この例の製造方法を詳細に説明する。まず、図5に示すように、CF基板2の電極形成面側に、TFT基板1とCF基板2との間の基板間隔を規制するための球状のスペーサ19a及び円柱状のスペーサ19bを散布し加熱処理により密着させる。ここで、スペーサ19aは、直径が規定の基板間隔しに等しい例えば略5[ $\mu\text{m}$ ]であり、TFT基板1の表示領域との間で液晶を挟持することとなる対応するCF基板2のカラフィルタ2aが形成された表示領域20内に散布され、スペーサ19bは、直径が例えば略6[ $\mu\text{m}$ ]であり、CF基板2の表示領域20を囲む略角環状領域内に散布される。次に、図6に示すように、TFT基板1の電極形成面側の縦寸法a、横寸法bの表示領域21を囲むように紫外線硬化性樹脂からなるシール材22を角環状に塗布し、さらに、表示領域21内の中央部に所定量VLの液晶3を滴下する。ここで、液晶3の滴下量VLは、TFT基板1とCF基板2との間の間隔が規定の基板間隔となるまでTFT基板1とCF基板2とを押圧したときに、TFT基板1とCF基板2との間に形成された空間の容積V0( $V0=a \cdot b \cdot t$ )と同一であることが望ましいが、実際の液晶3の滴下量VLは、空間の容積や製造ばらつきを考慮して、V0の100%~110%の範囲が好ましく、より好ましくはV0の100%より多く103%以下とされる。

【0019】次に、図1に示すように、これらのTFT基板1とCF基板2とを、互いの電極形成面が対向するように、液晶表示パネル製造装置4の真空減圧槽5内に配置する。具体的には、TFT基板1を下部ステージ6上に載置し、CF基板2を上部ステージ7下面に吸着させて保持する。次に、位置調整装置9を用いてTFT基板1とCF基板2との位置合わせを行った後、排気弁16を開放して真空ポンプ11を稼働させ、排気口12から排気し、真空減圧槽5内を所定の圧力p1(例えば、 $p1=100[\text{Pa}]$ )まで減圧する。次に、一旦真空ポンプ11を停止させ、排気弁16を閉鎖し、吸入弁18を開放して、水蒸気吸入口15から真空減圧槽5内に水蒸気を導入し、真空減圧槽5内の空気を全て水蒸気で置き換える。

【0020】次に、吸入弁18を閉鎖し、排気弁16を開放して、再び、真空ポンプ11を起動させて真空減圧

槽5内を上記圧力p1まで減圧する。次に、図2に示すように、プレス装置8によって、上部ステージ7を降下させて、図7に示すように、CF基板2をTFT基板1に重ね合わせる。このCF基板2をTFT基板1に重ね合わせたときのTFT基板1とCF基板2との間に形成された層状領域23に閉じ込められた水蒸気の体積V1は、例えば、14型の液晶表示パネルに対応させて、縦寸法a、横寸法bをそれぞれ、( $a=216.1[\text{mm}]$ 、 $b=287.5[\text{mm}]$ )に設定するものとし、このときの層状領域23の厚さhを( $h=30[\mu\text{m}]$ )、液晶3の滴下量VLを( $VL=V0=[\text{m}^3]$ )とすると、( $V1=a \cdot b \cdot (h-t)=1.55 \times 10^{-6}[\text{m}^3]$ )となる。次に、図3に示すように、プレス装置8によって、さらに上部ステージ7を降下させて、TFT基板1に対してCF基板2を軽く押圧する。押圧に伴って、液晶3がTFT基板1とCF基板2との間の層状領域23内に充填していくとともに、層状領域23に閉じ込められた水蒸気は圧縮されていく。また、シール材22は徐々に押し潰される。

【0021】次に、図4に示すように、真空ポンプ11を停止させ、排気弁16を閉鎖し、リーク弁17を開放して、リーク口13から外気を導入し、真空減圧槽5内を大気圧p0に戻す。これにより、図8に示すように、CF基板2とTFT基板1とは、大気圧p0により互いにさらに押し付けられ、TFT基板1とCF基板2との間の間隔がスペーサ19aの直径に等しい規定された基板間隔となる。このとき、液晶3は層状領域23内に充填し、かつ、シール材22は押し潰され、TFT基板1とCF基板2との接着がなされる。また、層状領域23内の水蒸気は、圧力がp1からp0に上昇するに伴って、その体積は縮小し、さらに液体としての水に移転する。大気圧p0を常圧( $=101325[\text{Pa}]$ (標準大気圧))とし、水となることによって、体積が1/2000となるとすると、層状領域23内に残留した水の体積V2は、 $V2=V1p1/2000p0=7.65 \times 10^{-10}[\text{m}^3]$ となる。この水が球形であるとなると、その半径r1は、 $r1=56.8[\mu\text{m}]$ と求められ、表示上無視できる程度の大きさとなる。

【0022】なお、以上の少なくともTFT基板1とCF基板2とを重ね合わせる工程と押圧する工程とは、常温(摂氏15度~20度)において実施される。この後、重ね合わされたTFT基板1とCF基板2とを真空減圧槽5外に取り出し、紫外線ランプによりシール材22に紫外線を照射して、シール材22を硬化させ封止を完了させる。これにより、気泡は消失した状態で、液晶3は、漏洩することなく、シール材22を介して圧着されたTFT基板1とCF基板2との間に封入される。この後、切断工程、検査工程、偏光板貼付工程を経て、図9に示すような液晶表示パネル23が得られる。

【0023】このようにして製造された液晶表示パネル



23は、例えば透過形のパネルであり、図9に示すように、例えば略5〔 $\mu\text{m}$ 〕の間隙を介して対向して固定されたTFT基板1及びCF基板2と、上記間隙に封入された液晶層24と、TFT基板1及びCF基板2の外側に配設された一对の偏光板25、26とを備えている。ここで、TFT基板1は、透明ガラス基板上に信号線1aと走査線1bがマトリックス状に配置され、これらの交点にTFT1cと画素電極1dとが接続されてなり、CF基板2は、透明ガラス基板上にカラーフィルタ2aと共通電極2bとが形成されてなっている。この液晶表示パネル23は、さらに、端子接続工程やプリント板実装工程等を含むモジュール工程に導入されて液晶ディスプレイ装置が製造される。水の沸点は摂氏100度であるので、この液晶ディスプレイ装置の使用環境の温度が、摂氏100度に達するまでは、液晶表示パネル23の液晶層24において気泡が発生することはない。

【0024】このように、この例の構成によれば、TFT基板1及びCF基板2を重ね合わせる際に取り込まれた水蒸気は、押圧に伴って体積が縮小され、さらに大気圧に戻した際、液体としての水に転移して気泡は消失し、残留した水の体積は、無視し得る程微小なものとなるので、TFT基板1とCF基板2との間に液晶とともに気泡が封入されて表示上の欠陥となることを防止することができる。また、TFT基板1及びCF基板2を重ね合わせる際に、常温常圧で液相を示す水（水蒸気）を雰囲気として用いるので、TFT基板1及びCF基板2を重ね合わせる際のこの雰囲気中の圧力を必要以上に低くすることなく上記効果を得ることができる。このため、上側に配置するCF基板2を差圧によって吸着保持する方法を用いて、TFT基板1とCF基板2との貼合せを行うことができるとともに、長時間を要することなく低コストで高品質の液晶表示パネルを製造することができる。

【0025】以上、この発明の実施例を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。例えば、上述の実施例では、温度を常温としたまま両基板を重ね合わせる場合について述べたが、これに限らず、重ね合わせ時の温度を例えば略摂氏90度とし、この温度から常温まで下げるようにして、この分、重ね合わせ時の雰囲気（水蒸気）の圧力を高くしても良い。これによって、必要な真空度を短時間で達成することができる。また、雰囲気としては、水に限らず、例えばエチルアルコール等のアルコールや、エチルエーテル等のエーテル、さらには、アセトン等の有機溶媒を用いるようにしても良い。このように、沸点が水よりも低い物質を用いることによって、比較的低い温度でも気体とすることができる。また、圧力を常圧のまま保ち、両基板の重ね合わせ時に温度が例えば摂氏100度以上の水蒸気を導入し、プレス

装置によって規定の基板間隔 $\theta$ となるまで両基板を押圧した後、温度を常温まで下げるようにしても良い。これによって、真空減圧槽5内を減圧する必要がなくなる。この際、水の代わりにメチルアルコールやエチルアルコール等の沸点が水よりも低い物質を用いることによって、減圧を行わずに、例えば摂氏90度から常温に戻すようにしても良い。

【0026】また、雰囲気として、例えば水（水蒸気）とアルコールとの混合物を用いるようにしても良いし、3種類以上の物質の混合ガスを用いるようにしても良い。また、常温常圧で気体のままの物質であっても、例えば水に対する溶解度が比較的高いアンモニア等を水（水蒸気）に添加した混合ガスを、両基板の重ね合わせ時に導入するようにしても良い。また、大気圧に戻す前に、両基板を規定の基板間隔 $\theta$ まで押圧するようにしても良い。また、スペーサをTFT基板側に散布するようにしても良い。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、基板重ね合わせ工程で両パネル基板間に取り込まれた気体状態の所定の物質は、第2の環境条件下では液体となって気泡は消失し、残留した液体の体積は無視し得るほど微小なものとなるので、両パネル基板間に気泡が封入されて表示上の欠陥となるのを防止することができる。また、例えば、基板重ね合わせ工程における雰囲気中の圧力を必要以上に低くすることなく上記効果を得ることができる。このため、例えば、基板重ね合わせ工程で上側に配置するパネル基板を差圧によって吸着保持する方法を用いて、両パネル基板の貼合せを行うことができるとともに、長時間を要することなく高品質の液晶表示パネルを製造することができる。また、高い真空度を得るための高価な真空装置を必要としないので、低コストで高品質の液晶表示パネルを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例である液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図2】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図3】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図4】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図5】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図6】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図7】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。

【図8】同液晶表示パネルの製造方法を説明するための説明図である。



【図9】同液晶表示パネルの構成を模式的に示す斜視図である。

【図10】従来技術を説明するための説明図である。

【図11】従来技術を説明するための説明図である。

【符号の説明】

1 TFT基板(パネル基板)

2 CF基板(パネル基板)

3 液晶

4 液晶表示パネル製造装置

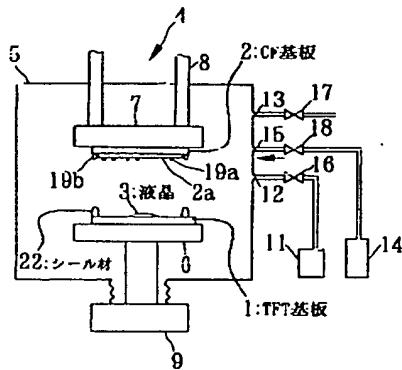
19a, 19b スペース

20, 21 表示領域

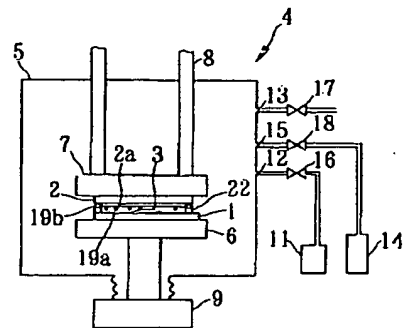
22 シール材

23 液晶表示パネル

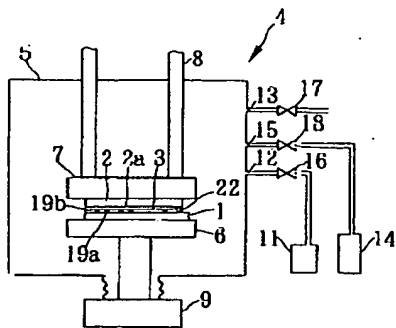
【図1】



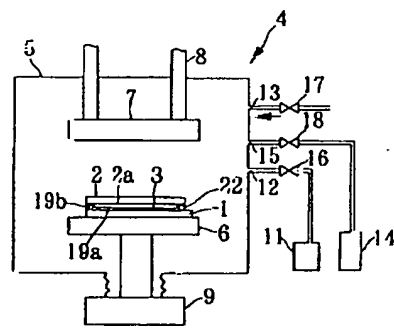
【図2】



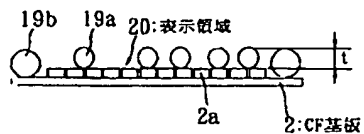
【図3】



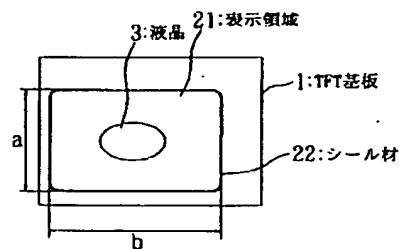
【図4】



【図5】

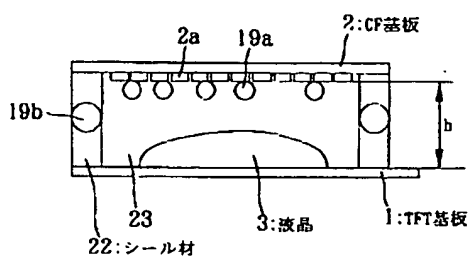


【図6】



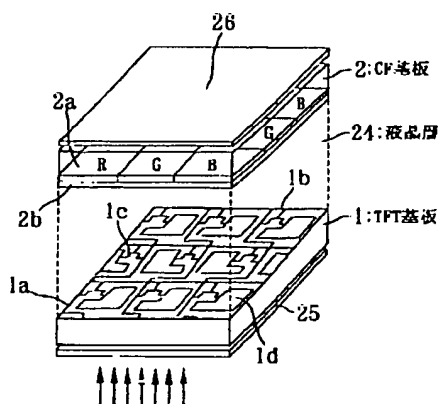


【図7】

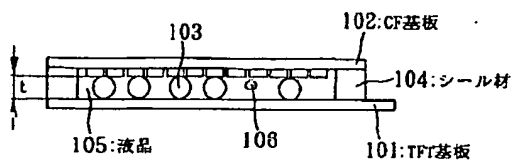


【図9】

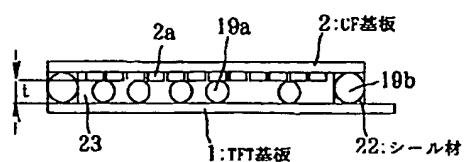
23:液晶表示パネル



【図11】



【図8】



【図10】

